COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 AOUT 1901,

PRÉSIDÉE PAR M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Janssen adresse, de Chamonix, la dépêche suivante à l'Académie :

Chamonix, 26 août, $9^h 50^m$.

« Dans les observations des Perséides, faites sur les pentes de l'observatoire du mont Blanc, M. Nordmann, attaché à l'observatoire, vient de confirmer l'existence d'un nouveau radiant, situé au-dessus de la constellation de Cassiopée, dans celle des Lézards. Dans la nuit du 23 au 24 courant, à $8^h 40^m$, il a pu notamment assister au passage d'une magnifique étoile filante, émanée de ce point, et qui avait un éclat bien supérieur à celui de la planète Jupiter. La couleur de cette étoile, observée avec certitude en raison de la pureté de l'atmosphère à ces hauteurs, était d'un beau bleu; elle avait une courte chevelure rougeâtre et une longue queue blanche. Nos observations antérieures, du 12 au 20 août, avaient conduit au même résultat. L'existence de ce

second point radiant, presque aussi riche que celui de Persée, est donc certaine. Des détails sur ces observations seront donnés prochainement. JANSSEN.

» *Post-scriptum.* — J'ai reçu de M. Tarry, Président de la Société Flammarion d'Alger, l'information que l'observation des Perséides par les membres de la Société y a pleinement réussi ; les détails des observations seront donnés ultérieurement. »

PHYSIQUE. — *Sur l'application du principe de l'énergie aux phénomènes électrodynamiques et électromagnétiques*. Note de M. E. SARRAU.

« 1. L'application du principe de l'énergie aux phénomènes électrodynamiques et électromagnétiques présente des particularités qui ne semblent pas avoir été généralement aperçues et sur lesquelles il importe d'appeler l'attention [1].

» 2. *Électrodynamique.* — La loi élémentaire d'Ampère et les autres lois similaires proposées s'accordent à établir que, lorsque des courants linéaires fermés, dont les intensités sont constantes, se déplacent et se déforment, le travail de leurs actions mutuelles est la variation d'une fonction

$$\varphi = \tfrac{1}{2}\Sigma\lambda i^2 + \Sigma\mu i i', \tag{1}$$

le premier Σ s'étendant à tous les courants et le second à leurs combinaisons deux à deux ; i, i', ..., sont les intensités, et les coefficients λ (de self-induction) et μ (d'induction mutuelle) ne dépendent que des positions relatives des circuits.

» Cette fonction joue ainsi le rôle de *fonction de forces,* suivant la dénomination employée par Jacobi et Hamilton, et non de *potentiel,* cette dernière quantité étant, suivant la dénomination généralement adoptée, la fonction des forces prise avec le signe contraire.

» En général, les intensités varient par suite de l'induction ; la fonction φ donne alors le travail élémentaire, dans chaque modification infiniment petite du système, par sa variation prise en considérant les (λ, μ) comme variables et les i comme constants. Cette variation est, relativement

---

[1] Ces particularités ont été signalées par M. Duhem, qui en a fait une étude approfondie (*Leçons sur l'Électricité et le Magnétisme,* t. III, p. 219), par M. Carvallo, dans une courte digression de la *Théorie du mouvement du monocycle et de la bicyclette,* et par moi-même dans l'article *Énergie* de la *Grande Encyclopédie.*

à φ considéré comme une fonction des variables (λ, μ, i), une différentielle partielle que nous désignerons par δ, en réservant, comme à l'ordinaire, la lettre d à la différentielle totale.

» *Le travail élémentaire des actions électrodynamiques est ainsi égal à $\delta\varphi$.*

» 3. D'autre part, les recherches des physiciens et des géomètres ont établi que les phénomènes d'induction électrodynamique sont régis par un système d'équations, en nombre égal à celui des courants, dont l'une quelconque, se rapportant au courant dont l'intensité est i, se présente sous la forme

$$(2) \qquad e - ri = \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial\varphi}{\partial i}\right),$$

où l'on désigne par e la force électromotrice extérieure au circuit et par r sa résistance.

» La fonction φ qui figure dans ces équations est précisément la fonction (1) qui a été précédemment désignée par la même lettre, $\frac{\partial\varphi}{\partial i}$ est sa dérivée partielle par rapport à i et $\frac{d}{dt}$ désigne la dérivée totale par rapport au temps.

» 4. Ces faits étant admis, voici les conséquences qui s'en déduisent par l'application, inaugurée par Helmholtz et W. Thomson, du *principe de l'énergie*.

» Ce principe s'énonce comme il suit : L'énergie Q fournie directement à un système matériel, sous forme de chaleur ou d'électricité, par les corps extérieurs, est égale à la variation de son énergie interne U, plus la variation de sa force vive sensible θ, moins le travail $\mathfrak{T}_e$ des forces extérieures, ce qui s'exprime par l'équation

$$(3) \qquad Q = \Delta U + \Delta\theta - \mathfrak{T}_e.$$

» Suivant la Mécanique rationnelle l'énergie interne U se compose de deux parties : l'une *cinétique* correspondant à la force vive des mouvements internes (thermiques ou électriques), l'autre *potentielle* correspondant au travail des forces intérieures que l'on suppose former un système conservatif. Les mêmes notions montrent de plus, et il importe de le bien observer, que la variation de la partie potentielle est égale au travail des forces intérieures *pris avec le signe contraire*, l'énergie potentielle étant un *potentiel* et non une *fonction de forces*.

» 5. On met souvent l'équation (3) sous une autre forme : désignant par ϖ_i le travail des forces intérieures qui, composées avec les forces extérieures, produisent la force vive sensible, on a $\Delta\theta = \varpi_i + \varpi_e$ et de l'équation (3) résulte cette nouvelle relation

$$Q = \Delta U + \varpi_i,$$

qui devient

$$dQ = dU + d\varpi_i \tag{4}$$

pour une modification infiniment petite.

» 6. Appliquons l'équation (4) à un système de courants. L'énergie voltaïque absorbée pendant le temps dt est $\Sigma ei\,dt$, et la chaleur dégagée par l'effet Joule est $\Sigma ri^2\,dt$, de sorte que $dQ = \Sigma ei\,dt - \Sigma ri^2\,dt$.

» L'énergie U se compose de l'énergie U_0 du système à l'état naturel plus l'énergie électrodynamique h développée par les courants; on a donc $dU = dU_0 + dh$, ou simplement $dU = dh$, le système des circuits étant supposé n'éprouver aucun changement physique ou chimique.

» Enfin les forces intérieures à considérer sont les forces électrodynamiques d'Ampère, dont le travail, d'après ce qui a été dit plus haut (n° 2), est égal à $\delta\varphi$.

» L'équation (4) devient ainsi

$$\Sigma(e - ri)i\,dt = dh + \delta\varphi. \tag{5}$$

» Or, si l'on multiplie par $i\,dt$ chacune des équations (2) et si l'on fait la somme des produits, il vient

$$\sum(e - ri)i\,dt = \sum i\,d\left(\frac{\partial\varphi}{\partial i}\right),$$

d'où résulte, d'après (5),

$$dh = \sum i\,d\left(\frac{\partial\varphi}{\partial i}\right) - \delta\varphi. \tag{6}$$

On a, d'ailleurs, par le théorème des fonctions homogènes, $\sum i\frac{\partial\varphi}{\partial i} = 2\varphi$, ou bien

$$\sum i\frac{\partial\varphi}{\partial i} - \varphi = \varphi,$$

et, en différentiant totalement cette dernière équation, il vient

$$\sum i\,d\left(\frac{\partial\varphi}{\partial i}\right) + \sum\frac{\partial\varphi}{\partial i}di - d\varphi = d\varphi,$$

ou, ce qui est la même chose,

$$(7) \qquad \sum i\, d\left(\frac{\partial \varphi}{\partial i}\right) - \delta\varphi = d\varphi.$$

La relation (6) devient ainsi $dh = d\varphi$; l'énergie électrodynamique h serait donc, à une constante près, égale à la fonction φ.

» Par suite, en différentiant par rapport aux seuls paramètres de position, on aurait $\delta h = \delta\varphi$, de sorte que *le travail élémentaire* $\delta\varphi$ *des forces électrodynamiques serait la variation de l'énergie et non cette variation prise avec le signe contraire,* résultat incompatible avec la définition même de l'énergie.

» 7. *Électromagnétisme.* — Considérons maintenant les phénomènes électromagnétiques.

» Il résulte de la loi élémentaire de Laplace que le travail des actions qui s'exercent entre un système de courants fermés, dont les intensités sont constantes, et un système de pôles dont les charges magnétiques sont constantes, est la variation d'une fonction

$$(8) \qquad \varphi_1 = \Sigma \alpha m i,$$

i étant l'intensité de l'un des courants, m la charge de l'un des pôles, α une quantité ne dépendant que des positions relatives du courant et du pôle et le Σ s'étendant aux combinaisons deux à deux des courants et des pôles.

» Par suite, dans le système tout entier, le travail intérieur est la variation de la fonction

$$(9) \qquad f = \varphi + \varphi_1 + \varphi_2,$$

dans laquelle les quantités φ, φ_1, φ_2 se rapportent respectivement aux actions mutuelles des courants, des courants et des pôles, des pôles. La première et la deuxième de ces quantités sont données par les formules (1) et (8), la troisième n'est autre que la fonction des *forces magnétiques* de Coulomb.

» Lorsque les intensités et les charges varient, la variation δ de la fonction f, prise en considérant les (i, m) comme constants, donne comme précédemment le travail intérieur d'une modification infiniment petite du système : *Le travail élémentaire des actions électrodynamiques, électromagnétiques et magnétiques est ainsi égal à* δf.

» 8. Dans le cas général, les lois de l'induction électromagnétique sont

complexes et imparfaitement connues; nous supposerons le système simplement formé par des courants et des aimants permanents.

» La fonction φ_1 se réduit alors à une forme linéaire

$$(10) \qquad \varphi_1 = \Sigma a i$$

dans laquelle, l'aimantation étant supposée constante, chaque coefficient a ne dépend que de la configuration du système, et l'on admet généralement que l'induction dans l'un des circuits est régie par l'équation

$$(11) \qquad e - ri = \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial \varphi}{\partial i} + a\right)$$

analogue à l'équation (2).

» 9. Cela posé, si l'on admet que la seule chaleur dégagée soit celle de l'effet Joule des courants, le principe de l'énergie donne, comme dans le cas d'un système électrodynamique (n° 6),

$$(12) \qquad \Sigma(e - ri) i\, dt = dh + \delta f,$$

h étant l'énergie développée, et il est à remarquer que, dans l'hypothèse admise, la variation $\delta\varphi_1 = \Sigma \delta a\, i$ peut aussi s'écrire $\Sigma da\, i$, puisque, vu la constance de l'aimantation, chaque coefficient a ne dépend que des paramètres de position; pour le même motif, on peut écrire $d\varphi_2$ au lieu de $\delta\varphi_2$, de sorte qu'en remplaçant f par sa valeur (9) l'équation ci-dessus devient

$$(13) \qquad \Sigma(e - ri) i\, dt = dh + \delta\varphi + \Sigma da\, i + d\varphi_2.$$

» Or, si l'on ajoute les équations (11) multipliées respectivement par $i\, dt$, on trouve

$$(14) \qquad \Sigma(e - ri) i\, dt = \sum i\, d\left(\frac{\partial \varphi}{\partial i}\right) + \Sigma da\, i$$

et, par la comparaison des équations (13) et (14),

$$(15) \qquad dh = \sum i\, d\left(\frac{\partial \varphi}{\partial i}\right) - \delta\varphi - d\varphi_2$$

ou enfin, d'après la relation (7),

$$(16) \qquad dh = d\varphi - d\varphi_2.$$

» Il en résulterait que l'énergie h serait, à une constante près, égale à $\varphi - \varphi_2$, c'est-à-dire serait la somme de la fonction des forces électrodynamiques et du potentiel des forces magnétiques. La somme $\Sigma da\, i$ ne

figure pas dans l'expression (16), de sorte que *l'énergie interne d'un système de courants fermés et d'aimants permanents ne renfermerait aucun terme dépendant de la situation relative des courants et des aimants.*

» Ce résultat a été signalé par Vaschy et par M. Duhem ([1]); c'est avec raison que M. Duhem le qualifie de *paradoxal*, car le terme absent est précisément celui dont la variation, prise avec le signe contraire, devrait, d'après la signification généralement attribuée à l'énergie, représenter le travail élémentaire des forces électromagnétiques.

» 10. En fait les lois des actions mutuelles considérées comme des forces effectives et les lois de l'induction ne s'accordent pas avec le principe de l'énergie.

» Cet accord peut toutefois s'établir, sans recourir, comme l'a fait M. Duhem ([2]), à une énergétique plus générale que celle de la Mécanique rationnelle, en adoptant les vues de Maxwell qui regarde comme purement *cinétique* l'énergie d'un système de courants et d'aimants. Les actions mutuelles sont alors des forces non *effectives*, mais *apparentes*, dont le travail élémentaire est, *en grandeur et signe*, la variation partielle de l'énergie; quant aux lois de l'induction, elles s'obtiennent très simplement par une application remarquable des équations de Lagrange.

» Ces vues de l'illustre physicien sont encore peu répandues et il semble utile d'en présenter un exposé; ce sera l'objet d'une prochaine Communication. »

EMBRYOGÉNIE GÉNÉRALE. — *Remarques critiques à propos de la détermination du sexe chez les Lépidoptères*. Note de M. **Alfred Giard**.

« Sans vouloir mettre en doute les résultats des expériences de M. C. Flammarion sur l'influence des couleurs dans la production des sexes chez le *Sericaria mori* (*Comptes rendus*, 19 août 1901, p. 397), il convient de rappeler certaines données morphologiques qui en modifient singulièrement l'interprétation.

» Il est possible qu'en opérant comme l'a fait M. Flammarion sur trois générations successives de Vers à soie maintenues l'une après

---

([1]) A. Vaschy, *Traité d'Électricité et de Magnétisme*, t. I, p. 318. Paris, 1890.— P. Duhem, *loc. cit.*, p. 386.

([2]) *Loc. cit.*, p. 234.

l'autre sous l'influence de certaines radiations on arrive à augmenter, *dans l'ovaire des femelles,* la proportion des œufs mâles et femelles de façon à donner la prédominance à l'un ou l'autre sexe (le sexe mâle dans les expériences de M. Flammarion).

» Mais il serait chimérique d'espérer qu'en soumettant un certain nombre de Vers à soie quelconques à un régime de nourriture restreinte (*loc. cit.*, p. 399) on pourrait arriver, même en les prenant *ab ovo*, et avec l'influence de la lumière bleue ou violette, à modifier dès la première génération la proportion des sexes chez les papillons issus de ces chenilles.

» Le sexe des chenilles est, en effet, parfaitement déterminé à la sortie de l'œuf et sans doute antérieurement dans les glandes génitales de la mère. Le fait a été mis hors de doute depuis plusieurs années par La Valette Saint-Georges et par Brocadello, pour les embryons du Ver à soie.

» D'après Brocadello, la dimension des œufs dans une race donnée et dans une même ponte de *Sericaria mori* permet de faire le triage des mâles et des femelles même avant la naissance.

» Chez certaines chenilles à peau transparente on peut facilement, et parfois sans dissection ni examen microscopique, reconnaître le sexe au premier coup d'œil. C'est ce qui a lieu pour les larves d'*Ephestia Kuehniella* (la teigne des farines), où les mâles se reconnaissent de très bonne heure à une petite tache noirâtre due au pigment mélanique qui colore les testicules.

» Chez d'autres espèces, les chenilles des deux sexes peuvent même différer par des caractères morphologiques d'une certaine importance, et manifester ainsi dès l'état larvaire un dimorphisme sexuel qui d'ordinaire n'apparaît que chez les adultes parmi les Lépidoptères. Un cas de ce genre a été signalé il y a longtemps par Lintner, chez une chenille de Sphingide, *Thyreus Abboti* Swainson (*Annual Report on the New York State Museum of natural history,* 35ᵉ année, 1870).

» Le dimorphisme sexuel larvaire a été observé, quoique à un degré moins accusé, chez plusieurs Lépidoptères indigènes. D'après Maurice Girard, on peut citer, parmi les espèces de Lépidoptères dont la différence de sexe apparaît dès la chenille, les deux Livrées de notre pays, la Livrée commune (*Bombyx neustria* L.) et surtout la Livrée des prés (*B. castrensis* L.). Ces insectes doivent leur nom vulgaire aux lignes bleues, analogues à des galons de livrée, qui s'étendent longitudinalement sur la chenille. Les chenilles femelles ont les raies bleues plus larges et, dans la dernière espèce,

les chenilles mâles ont les raies vraiment linéaires. La taille distingue les deux sexes dans les chenilles complètement développées d'*Ocneria dispar*, d'*Orgya antiqua* et surtout d'*Orgya gonostigma*; les chenilles femelles sont fortement plus grosses que celles des mâles.

» Goossens et J. Falloux ont fait des observations du même genre.

» D'après ce dernier, la chenille du rare *Chelonia Quenseli* Payk, qu'il a pu élever en grand nombre en août 1866, est velue, d'un noir velouté, et offre une ligne vasculaire blanche qui n'est que peu accusée et peut même manquer chez le mâle, mais qui est très large et très apparente chez la femelle, ce qui permet de reconnaître facilement, à l'aspect de la chenille de cette espèce, le sexe futur de l'insecte parfait.

» D'après Chapman, les chenilles femelles d'*Orgya antiqua* ont une mue de plus que les chenilles mâles. J'ai tout lieu de croire qu'il en est de même pour les chenilles femelles d'*Ocneria dispar*.

» La différenciation sexuelle est tellement profonde chez les Chenilles de certains Lépidoptères que la castration opérée à un stade précoce ne modifie en rien les caractères sexuels de l'adulte. J.-T. Oudemans a châtré de jeunes Chenilles d'*Ocneria dispar* à la deuxième mue. Chez cette espèce, le pigment jaune orangé du testicule permet facilement de reconnaître les mâles quand on ouvre la larve dans la région des glandes sexuelles. Les Papillons provenant des Chenilles ainsi châtrées ont présenté, sans modifications, le dimorphisme sexuel si accentué dans l'*Ocneria*; les mâles semblaient même avoir conservé les manifestations de l'instinct de leur sexe.

» Les résultats obtenus par Mary Treat, Gentry, Landois, et par moi-même, en soumettant des Chenilles à un régime restreint allant parfois jusqu'à l'inanition, ne permettent de tirer aucune conclusion de Physiologie générale relative au problème de la détermination des sexes. Les expériences de M. Flammarion, faites en ajoutant l'influence des verres colorés à celle de la nourriture restreinte, n'ont pas une portée plus grande et doivent être examinées avec le même esprit critique. J'ai indiqué, il y a quelques années, les précautions multiples qu'il faut prendre pour tirer des déductions légitimes d'expériences de ce genre (tenir compte de la mortalité inégale dans les deux sexes dans les stades précoces, se méfier de la sélection inconsciente, etc.) [1].

---

(1) Voir notamment A. GIARD, *Réponse à la question* 89 (*Intermédiaire de l'Afas*, t. II, p. 161; 1897).

» Depuis, Cuénot [1] et Strasburger [2] ont développé des idées analogues dans d'excellents Mémoires que devront consulter tous ceux qui s'occupent de ce problème si passionnant, mais si compliqué et si délicat, de la détermination expérimentale des sexes chez les animaux ou chez les végétaux.

» La grande erreur des physiologistes dans l'étude des questions de ce genre, comme dans beaucoup d'autres d'ailleurs, a été de négliger complètement les données morphologiques, et de considérer l'œuf animal ou végétal comme un point de départ absolu, alors qu'il constitue un complexe d'énergies accumulées par les conditions variées d'existence où se sont trouvés les organismes ancestraux. Or, dans l'état actuel de la Science, la morphologie seule peut nous renseigner partiellement par ses manifestations successives sur les facteurs anciens de la phylogénie. »

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur le mode de fonctionnement des freins dans les automobiles.* Note de M. **A. Petot**.

» Quand toutes les roues d'un automobile sont munies de freins, on sait que l'effort maximum de retard est égal, sur une route horizontale, au produit Pf du poids total par le coefficient d'adhérence. De là, une accélération négative donnée, en valeur absolue, par la formule

$$\gamma = g\left(f + \frac{A}{P}\right) \tag{1}$$

où l'on peut négliger le terme variable très faible $g\frac{A}{P}$ dû à la résistance de l'air. D'ailleurs, pour obtenir ce freinage maximum, on doit appuyer aussi fortement que possible les sabots sur la jante des roues, sans cependant atteindre la pression qui produirait le calage.

» Pour tenir compte de la force vive de rotation des masses tournantes,

---

(1) Cuénot, *Sur la détermination du sexe chez les animaux* (*Bulletin scientifique*, dirigé par A. Giard, t. XXXII, p. 475; 1899).

(2) Ed. Strasburger, *Versuche mit dioëcischen Pflanzen in Rücksicht auf Geschlechtsverteilung* (*Biolog. Centralblatt*, Bd XX, p. 777 et suiv.; 1900).

on a proposé de remplacer la formule (1) par la suivante :

$$(2)\qquad \gamma = fg\frac{P}{P'}$$

où la lettre P′ désigne un poids fictif, appelé *poids d'inertie*, défini par la condition que la demi-force vive totale de la voiture soit égale à $\frac{1}{2}\frac{P'v^2}{g}$.

» Ce poids P′ est d'ordinaire très peu supérieur à P, excepté cependant pour les tramways électriques, où il est environ égal à 1,3 P. La seconde valeur de γ est alors notablement inférieure à la première; et l'on pourrait croire qu'il est impossible d'arrêter un tramway électrique aussi rapidement qu'un autre véhicule, dans les mêmes conditions de vitesse et d'adhérence. L'objet de cette Note est de montrer que c'est là une erreur, tenant à une interprétation inexacte du rôle de l'adhérence pendant le freinage.

» Soient Q la pression exercée par le sabot normalement à la jante d'une roue; R et r le rayon de cette roue et celui de la fusée; I le moment d'inertie d'une roue, y compris au besoin la moitié de l'essieu, par rapport à l'axe de rotation; N la réaction normale du sol; T la fraction utilisée de l'adhérence; $\mathfrak{N}$ et $\mathfrak{N}'$ les réactions égales et directement opposées qui s'exercent entre la fusée et le coussinet; φ l'angle de frottement de la fusée; δ le paramètre de résistance propre au roulement; f' le coefficient de frottement du sabot sur la jante de la roue.

» Que l'on tienne compte ou non de la force vive de rotation des masses tournantes, on a toujours, en palier et alignement droit, les équations

$$(3)\qquad \Sigma N = P, \qquad \frac{P\gamma}{g} = A + \Sigma T,$$

et en outre, pour chaque roue, l'inégalité

$$(4)\qquad T < fN.$$

» D'ailleurs, pendant le freinage, les masses tournantes reliées cinématiquement aux roues s'arrêtent plus vite qu'elles ne le feraient d'elles-mêmes, sous l'action de leurs seules résistances passives. Elles reçoivent donc de ces roues des efforts résistants et, par suite, elles leur impriment inversement des efforts moteurs. Soit, pour une roue freinée, ψ le moment résultant de ces dernières forces par rapport à l'axe de rotation de cette roue; le théorème des moments donne l'équation

$$(5)\qquad T + \frac{\psi}{R} + \frac{I\gamma}{R^2} = Qf' + \frac{N\delta + \mathfrak{N}r\sin\varphi}{R},$$

et l'on en déduit, pour le maximum pratique de la pression Q, la valeur

$$(6) \qquad Q_1 = \frac{1}{f'}\left(f\,N - \frac{N\delta + \mathfrak{M} r \sin\varphi}{R} + \frac{I\gamma}{R^2} + \frac{\psi}{R}\right).$$

» Si maintenant on rapproche les équations (3) des inégalités (4), on obtient, dans tous les cas, la formule (1); et l'on reconnaît que la valeur maxima de l'accélération de retard n'est pas modifiée par la plus ou moins grande force vive de rotation des masses tournantes, telles que les roues, les essieux, les armatures et les engrenages de transmission.

» Cela paraît d'abord paradoxal; mais les équations (5) et (6) montrent bien comment les choses se passent. Le travail résistant demandé aux freins est, en effet, augmenté de ce qu'il faut pour annuler la force vive de rotation des masses tournantes; mais, en même temps, à cause des termes $I\frac{\gamma}{R^2}$ et $\frac{\psi}{R}$, la limite pratique Q_1 de la pression des freins se trouve reculée, de manière que l'on puisse produire ce supplément de résistance sans bloquer les roues.

» Dans ce qui précède, j'ai seulement considéré le mouvement en palier et les freins à sabots; mais on arrive à la même conclusion, quels que soient le profil de la route et le mode de freinage adopté. »

OPTIQUE. — *Sur la constitution de la lumière blanche.* Note de M. **O.-M. Corbino**, présentée par M. A. Cornu [1].

« La dernière phase de la discussion sur ce point capital des théories de l'Optique peut offrir le moyen de tirer parti de l'expérience.

» Si les lumières différentes constituant le spectre de la lumière blanche sont, ainsi que le voudrait M. Gouy, les composantes sinusoïdales et parfaitement régulières d'une seule vibration complexe d'une forme quelconque, il est nécessaire que ces composantes, en gardant invariables leur amplitude et leur phase, puissent interférer; tandis que, d'après la conception de M. Carvallo, les radiations séparées par le réseau seraient indépendantes, et par conséquent non interférables entre elles. La question ainsi posée, il est possible de la résoudre au moyen d'expériences déjà

---

[1] Par suite d'une erreur de la poste, cette Communication, qui aurait dû parvenir pour la séance du 15 juillet dernier, n'a pu être imprimée qu'aujourd'hui.

connues [1]. Je crois inutile d'insister sur l'impossibilité matérielle de réaliser une expérience de battements lumineux en ayant recours à deux petites bandes étroites et rapprochées autant qu'il est possible de les avoir dans un spectre continu. Je me réserve encore de montrer, dans un travail plus étendu, qu'on n'atteindrait pas non plus le but avec l'artifice préconisé par M. Carvallo lui-même, ou en employant le phénomène Zeeman, ainsi que cela paraîtrait possible au premier abord.

» Cependant, une solution, qui me semble décisive, est donnée par l'observation spectroscopique des battements en lumière blanche, et précisément par la production connue d'un système de franges mobiles dans le spectre cannelé de Fizeau et Foucault.

» Que l'on place la fente d'un appareil dispersif dans le champ d'interférence de deux faisceaux de lumière, la fente étant parallèle aux franges; si l'on modifie la période de toutes les vibrations d'un des faisceaux interférents par les moyens indiqués par M. Righi [2] ou par moi-même [3] (l'altération est effective, et elle se révélerait avec un spectroscope suffisamment dispersif), on observera dans l'appareil spectral des intermittences de lumière et d'obscurité s'il s'agit de lumière monochromatique, ou des franges mobiles s'il s'agit de lumière blanche.

» Pour le premier cas, l'interprétation de l'observation spectroscopique donna lieu à des contestations [4]. On peut d'ailleurs s'en rendre bien compte en remarquant qu'au lieu d'une raie seule nous avons, pendant l'altération, dans le champ du spectroscope deux raies infiniment voisines, qui produiront dans l'œil le phénomène des battements, c'est-à-dire les alternances observées de lumière et d'obscurité.

» S'il s'agit, par contre, de lumière blanche, les deux faisceaux produisent, avant l'altération de la période vibratoire de l'un d'entre eux, deux spectres rigoureusement coïncident avec le système de franges de MM. Fizeau et Foucault. Dès qu'on altère la période des vibrations d'un des faisceaux le spectre relatif se déplacera d'une longueur infiniment

---

(1) Que la solution de ce problème soit très intéressante, c'est ce qu'on peut déduire des paroles suivantes de M. Cornu (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 1023; 1880) : « ... malgré leurs efforts, les physiciens ne sont, jusqu'à présent, jamais parvenus à obtenir l'interférence de deux rayons de longueur d'onde différente, interférence qu'ils auraient le plus grand intérêt à produire .... »

(2) *Mem. Acc. Bologna*, janvier 1883. — *Journal de Physique*, p. 437; 1883.

(3) *Rend. Lincei*, 19 février 1899.

(4) *Rend. Lincei*, 17 avril 1898, p. 245.

petite. A part les perturbations insignifiantes dans les extrémités invisibles du spectre *il n'y a rien de changé dans le reste,* parce que chaque radiation a pris la place de la suivante et a été remplacée par la précédente.

» Et alors, si les radiations, qui *dans la source* avaient des périodes différentes, pouvaient interférer, on aurait, pendant l'altération, le même système de franges fixes qu'auparavant. On observe, au contraire, des franges mobiles, c'est-à-dire des battements entre la vibration correspondant à une certaine période et la vibration qui avait la même période avant l'altération. Cela démontre que l'interférence a lieu seulement entre les radiations ayant la même période dans la source avant l'altération, et non entre celles qui, l'ayant différente dès le commencement, ont été amenées à l'avoir égale.

» On peut donc conclure, ce me semble, que deux radiations se trouvant en deux points différents du spectre continu produit par la lumière blanche, sont complétement indépendantes, et qu'on ne peut, en conséquence, les considérer comme deux composantes sinusoïdales d'une seule vibration complexe. »

ZOOLOGIE. — *Les éléments sexuels et la copulation chez les* Stylorhynchus. Note de M. **Louis Léger.**

« J'ai fait connaître, dans une précédente Note (*Comptes rendus* du 10 juin dernier), la présence, chez les grégarines Stylorhynchides, d'éléments sexuels de forme allongée, pourvus à l'avant d'un bec clair renfermant un noyau à chromatine condensée, et munis postérieurement d'un long fouet qui se continue dans le corps granuleux de l'élément, pour aboutir à un centrosome situé immédiatement au-dessous du noyau.

» Les études que j'ai poursuivies sur la fécondation chez ces êtres m'ont montré que ces gamètes flagellés ne sont pas les seuls éléments qui entrent en jeu dans la copulation. Il se forme en même temps, dans le kyste, un nombre à peu près égal d'autres éléments, de forme très différente, sphériques, de $7^{\mu},5$ de diamètre, à contenu clair, avec seulement deux ou trois grains réfringents, et un noyau à contour circulaire avec un grain nucléolaire. Les premiers éléments, ou éléments flagellés, sont des *spermatozoïdes,* dont ils ont d'ailleurs la structure typique, comme je l'ai déjà fait remarquer; les seconds, ou boules claires sphériques, sont des *œufs*. Tous les spermatozoïdes sont formés par l'une des grégarines enkys-

tées, et tous les ovules par l'autre. Il y a donc, dans un kyste normal, une *grégarine mâle* et une *grégarine femelle*.

» La différenciation des éléments sexuels et le processus de la copulation sont extrêmement curieux à observer.

» Le kyste est une sphère légèrement aplatie dont chaque grégarine occupe un hémisphère, de sorte que la cavité kystique se trouve virtuellement divisée en deux chambres hémisphériques : l'une où se formeront les éléments mâles, je l'appellerai *chambre des mâles ;* l'autre où naîtront les éléments femelles, c'est la *chambre des femelles*.

» Les premiers stades de développement des éléments sexuels sont semblables aux stades décrits par Siedlecki chez *Monocystis ascidiœ* R. L. Il apparaît, à la surface de chaque grégarine mâle et femelle, de nombreuses petites éminences de protoplasma clair, avec chacune un noyau, en même temps que la grégarine se découpe en un corps serpentiforme, ce qui augmente beaucoup la surface de bourgeonnement. A ce stade, les éléments sexuels ne sont pas encore différenciés. Dans les deux chambres, ils sont semblables à de petites boules, claires comme des perles, pressées les unes contre les autres par leur face latérale. C'est le stade de *perlage,* auquel fait bientôt suite la phase de différenciation sexuelle.

» A la surface de la grégarine femelle, les boules ne se modifient plus dans leur forme, elles grossissent encore un peu, mais restent claires et sphériques, avec quelques grains réfringents du côté de leur point d'attache. Chaque boule ainsi formée est un œuf.

» Au contraire, à la surface de la grégarine mâle, les boules commencent à s'allonger et deviennent de petits corps cylindriques, à extrémité claire, mucronée, et granuleux dans leur moitié inférieure. Quelques heures après ces premières modifications les corps cylindriques commencent à manifester leurs mouvements. Leur extrémité libre, claire, se balance, se recourbe et se contourne en tous sens. Puis, par des mouvements d'étirement, ils finissent par se détacher du corps générateur, et sont bientôt mis en liberté dans la chambre des mâles sous la forme flagellée que j'ai fait connaître. En même temps, leur noyau, toujours antérieur et d'abord sphérique, s'est fortement condensé. Il comprend quatre chromosomes en U, tassés en deux gros bâtonnets, un de chaque côté du centrosome situé un peu au-dessous.

» Libres, les éléments mâles commencent à manifester, dans leur chambre, des mouvements très vifs ; c'est le commencement de la danse des *sporoblastes* et le prélude des copulations. Ils se dirigent bientôt, avec une grande précision, vers la chambre des femelles, dans laquelle ils pénètrent le rostre en avant, en effectuant d'actifs mouvements d'ondulation de leur corps. Au bout d'un quart d'heure, la chambre des femelles est remplie d'éléments mâles, grouillant à l'envi devant les boules femelles qui n'ont pas encore quitté le corps maternel auquel elles se rattachent par un mince pédicelle. Ce n'est guère que vingt minutes après l'envahissement de leur chambre, que les éléments femelles commencent à se détacher. Leur mince pédicelle se rompt et les boules sont libres dans la cavité kystique. A ce moment, les reliquats disloqués des deux grégarines abandonnent leur individualité et viennent

constituer, au centre du kyste, une masse sphérique granuleuse qui sera le *pseudokyste* résiduel. De ce fait, la limite virtuelle des deux chambres n'existe plus, et la cavité libre du kyste ainsi accrue est remplie par les deux sortes d'éléments sexuels : les mâles flagellés et les boules femelles. La danse atteint alors son maximum d'intensité et les copulations commencent :

» L'agitation des mâles est extrême. Ils se déplacent vivement par d'actifs mouvements ondulatoires, étendant leur rostre bifide et parcourant les groupes de femelles en les tâtant comme pour rechercher celle qui leur convient. Son choix définitivement fait, le mâle fixe étroitement son rostre à la surface de la femelle et commence à l'enfoncer dans celle-ci par des mouvements vifs et saccadés. A mesure que s'effectue la pénétration, on voit la boule femelle grossir et son contour devenir granuleux. Le noyau mâle, très antérieur, arrive de bonne heure dans l'œuf; mais, en outre, presque tout le cytoplasme mâle avec ses nombreux grains de réserve s'ajoute progressivement à la substance femelle. Au bout de quelque temps, celle-ci, considérablement accrue et devenue piriforme, ne montre plus que de rares mouvements, dus aux dernières contractions de la queue du gamète mâle; puis cette dernière se fléchit et tombe, et la copula prend une forme ovoïde aplatie. A l'intérieur de la copula, on peut voir encore quelque temps les deux noyaux distincts avant leur fusion définitive.

» Toutes les copulations ne s'effectuent pas en même temps, car les mâles ne mûrissent pas tous à la fois et sont mis en liberté ordinairement un peu avant leur complète maturité. Il en résulte que le nombre des copulas augmente à mesure que s'avance la danse et que diminue, par conséquent, le nombre des gamètes. Les premières copulas formées sont d'abord violemment heurtées par les mâles seuls ou en voie de copulation, mais, à mesure que leur nombre augmente, il apparaît en elles une remarquable propriété qui a pour effet d'atténuer ces violences. Elles ont la faculté de s'accoler les unes aux autres, au moyen d'une papille gluante qui se développe à leur surface, au point où elles viennent en contact. Elles se disposent ainsi en longues chaînes ou en anneaux, ce qui leur donne une certaine stabilité.

» Au bout d'une quinzaine d'heures environ, par une température de 23°, tout mouvement cesse dans le kyste, les copulations sont terminées et toutes les copulas sont enchaînées. Seuls quelques mâles inutilisés persistent encore; ils dégénèrent bientôt en prenant une forme ovoïde.

» Vingt-quatre heures après, une paroi très nette enveloppe la copula devenue sporocyste, et les papilles d'union commencent à se colorer en brun. On sait que la paroi elle-même du sporocyste en fait autant, et que la disposition en chaîne des sporocystes persiste dans le kyste jusqu'à sa déhiscence.

» Dans un Mémoire détaillé, j'étudierai, plus particulièrement au point de vue cytologique, l'ensemble des phénomènes que je viens de résumer ici. Pour le moment, je donnerai, comme principale conclusion de mes observations, que dans un kyste grégarinien normal les gamètes qui se conjuguent deux à deux dérivent de grégarines différentes et que, au moins chez les Stylorhynchides, la conjugaison n'est pas isogame, les gamètes étant aussi profondément différenciés que chez les animaux supé-

rieurs. En outre, ce qui est remarquable, c'est que, ici, le spermatozoïde très gros porte avec lui la plus grande partie de la réserve nutritive, tandis que l'œuf beaucoup plus petit n'en renferme qu'une quantité beaucoup moindre. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une maladie bactérienne de la Pomme de terre.* Note de M. G. DELACROIX, présentée par M. Prillieux.

« On signale depuis plus d'un mois une maladie bactérienne de la Pomme de terre, qui sévit en France dans l'ouest et le centre, surtout en Loiret, Loir-et-Cher, Indre-et-Loire, Maine-et-Loire, Finistère, Loire-Inférieure, Vendée, Vienne, Deux-Sèvres, Charente, Dordogne, Aveyron, Haute-Saône, où elle semble répandue à l'heure actuelle et menacer gravement la récolte.

» Cette maladie existait en France depuis plusieurs années; d'après le témoignage oral du Dr Johnson, de Dublin, et à la vue d'un petit échantillon envoyé il y a trois ans, la même maladie est commune en Irlande. On la trouve dans tous les sols, mais surtout dans les sols un peu calcaires.

» La cause du mal est le parasitisme d'une bactérie. Dans la période initiale de la maladie, on voit les feuilles jaunir, se dessécher peu à peu, en même temps que les tiges s'amincissent progressivement et meurent à partir de la base. La maladie procède ainsi de bas en haut, débutant à la base de la tige et dans sa portion souterraine. Les tubercules sont souvent envahis très jeunes et au début de leur formation; on peut suivre la lésion de la tige principale sur la ramification où prend naissance le tubercule. Les parties souterraines des tiges atteintes montrent généralement des plaies d'insectes, cicatrisées ou non, qui semblent être la porte d'entrée de la bactérie.

» La lésion caractéristique s'observe nettement à la coupe de la tige et dans des portions de celle-ci encore vivantes. On voit des taches diffuses d'un brun jaunâtre, aussi bien transversalement que longitudinalement, et il est facile de se rendre compte qu'elles occupent surtout la région des vaisseaux. L'analyse montre qu'il s'agit d'une formation de gomme jaunâtre et en même temps de thylles dans les vaisseaux, et que toutes deux se produisent aux dépens des cellules de parenchyme ligneux avoisinant les vaisseaux. La membrane des thylles et de même la gomme font hernie dans le vaisseau, en forçant la résistance des ponctuations aréolées. C'est donc par le même processus que la gomme de blessure, ou la gommose de la Vigne, qui n'en est qu'une forme, que ces productions prennent naissance.

» Les bactéries se retrouvent très haut dans la tige et dans des parties semblant encore bien vivantes. Elles sont surtout nombreuses et abondantes dans les vaisseaux. Cette bactérie ne me paraît pas différente du *Bacillus Solanacearum* d'Erwin-F. Smith [1]. Elle en possède les caractères de culture; les symptômes du mal observé aux États-Unis sur Pommes de terre, Tomates, Aubergines sont exactement ceux que j'ai vus moi-même.

» La nature de la bactérie, le résultat des infections que j'ai tentées, feront d'ailleurs l'objet d'une autre Communication.

» Cette maladie de la Pomme de terre est différente de celle qui a été décrite par M. Prillieux et moi-même, sous le nom de *gangrène de la tige de Pomme de terre* [2]. Son évolution est plus lente et la maladie se montre plus tardivement que cette gangrène, que nous avons attribuée au parasitisme du *Bacillus caulivorus*, dont les caractères sont tout autres que ceux de la bactérie actuelle. Le *B. caulivorus* Prill. et Delac. (*B. fluorescens liquefaciens* Flugge?) se reconnaît facilement à la coloration vert urane intense qu'elle donne au bouillon de veau.

» Peut-être la maladie actuelle de la Pomme de terre n'est-elle pas différente de la *brunissure* de Debray et Roze, où j'ai trouvé des bactéries, et que ces auteurs ont attribuée au parasitisme d'un Myxomycète fort hypothétique (*Pseudocommis vitis* Debray), dont la constatation est due à une erreur d'interprétation.

» Lorsque la maladie actuelle de la Pomme de terre est assez avancée, que la base de la tige est déjà morte, on trouve, dans 50 pour 100 des cas environ, des mycéliums divers qui concourent à la destruction définitive de la tige, mais qui ne sont que des saprophytes, car on rencontre les bactéries *toujours* plus haut dans la tige. Parmi ces champignons, j'ai pu caractériser : 1° *Rhizoctonia Solani* Kühn (non *R. violacea* sur Pomme de terre), petit sclérote d'un brun très foncé, assez commun sur tubercules, mais que je trouve aussi sur les bases des tiges. Il est considéré par Roze [3] comme un parasite, qui peut permettre l'introduction de diverses bactéries, mais le fait exige une confirmation; 2° des conceptacles très petits, munis à la surface de poils noirs rigides, rarement fructifiés et à structure pseudoparenchymateuse, et noirs à l'inté-

---

(1) Erwin-F. Smith, *A bacterial disease of tomato, eggplant and irish potato* (*Bacillus Solanacearum*). Washington, 1896.

(2) Prillieux et Delacroix, *La Gangrène de la tige de Pomme de terre* (*Comptes rendus*, t. CXI, p. 208; juillet 1890).

(3) E. Roze, *La maladie de la Gale de la Pomme de terre et ses rapports avec le* Rhizoctonia Solani *Kühn* (*Bull. Soc. mycologique de France*, t. XIII, p. 23; 1897). *Ibid.*, *Histoire de la Pomme de terre*, p. 287.

rieur; ils doivent être rattachés à un *Vermicularia;* 3° un *Fusarium,* à mycélium blanc fréquent dans les vaisseaux et que la culture m'a montré être très voisin sinon identique à *F. Lycopersici* Sacc., considéré par M. Massee comme la cause d'une maladie de Tomates; je crois, d'après mes expériences, cette espèce saprophyte; 4° un *Torula,* à mycélium noir, un peu pâle, fructifiant dans les vaisseaux, et que je pense être *Torula convoluta* Harz.

» Quant au traitement, les seules indications qu'on puisse donner jusqu'ici, c'est l'emploi d'un assolement au moins triennal dans la culture de la Pomme de terre, afin de purger le sol, qui paraît être le véhicule de la maladie, des germes pathogènes qu'il renferme; on veillera aussi à ne pas sectionner les tubercules de semence et à n'employer que des tubercules provenant de régions indemnes. »

BOTANIQUE. — *L'envahissement des cours d'eau du département de l'Hérault par le* Jussiæa grandiflora (*Michaux*) *et la fructification de cette espèce en France.* Note de M. **P. Carles.** (Extrait.)

« Tout le cours de la riviére d'Orb et le canal du Midi, dans tout l'arrondissement de Béziers, est envahi depuis quelques années par le *Jussiœa grandiflora* de Michaux. Il forme actuellement de véritables prairies aquatiques.

» ... Quelles que soient les causes que divers botanistes ont cru pouvoir assigner à l'introduction de cette plante, d'origine américaine, je crois pouvoir affirmer, avec le Dr Touchy, que c'est au lavage des laines apportées dans notre pays et traitées à Port-Juvénal et à Bédarieux, que l'on en doit attribuer l'apparition.

» ... Actuellement, le *Jussiœa grandiflora* a pour stations, dans le département de l'Hérault :

» 1° Le Lez, les fossés de Lattes, de Gramenet, de Maurin, de la Madeleine (*Fl. de Montpellier*);
» 2° Lunel (*Fl. de Montpellier*);
» 3° Mireval, où M. Paul Marès l'avait signalé en 1857 ;
» 4° Tout le cours de l'Orb depuis Bédarieux;
» 5° Le canal du Midi.

» Quant à la fructification, les auteurs, et notamment Loret, Touchy, Barrandon, sont d'accord pour affirmer que la *Jussiœa* ne fructifie pas en France. Toutefois, pendant le mois de septembre, cette espèce porte ses

fruits sur tout le parcours de la rivière d'Orb. Ces fruits sont des capsules de 29^{mm} de longueur environ, couronnées encore par le calice, et ayant cinq loges polyspermes qui contiennent chacune, en moyenne, une quinzaine de graines.

» Le *Jussiæa grandiflora* (Mich.) fructifie donc en France, et c'est par ses graines qu'il se multiplie abondamment. »

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 19 août 1901.)

Note de M. *C. Flammarion*, Influence des couleurs sur la production des sexes :

Page 399, première ligne du dernier alinéa, *au lieu de* achromatique, *lisez* monochromatique.